

⑩ 日本国特許庁 (JP) ⑪ 特許出願公開
⑫ 公開特許公報 (A) 平2-82376

⑬ Int. Cl. 5
G 06 F 15/72 15/60 識別記号 460 400 D 庁内整理番号 7165-5B 8125-5B ⑭ 公開 平成2年(1990)3月22日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全10頁)

⑮ 発明の名称 3次元物体の投影図作成方式

⑯ 特願 昭63-233517
⑰ 出願 昭63(1988)9月20日

⑱ 発明者 広田 克彦 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

⑲ 発明者 村上 公一 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

⑳ 出願人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

㉑ 代理人 弁理士 大菅義之 外1名

明細書

1. 発明の名称

3次元物体の投影図作成方式

2. 特許請求の範囲

システム内に構築された3次元物体に対し、各物体及び該物体を構成する面を識別するための識別データを予め与えておく3次元データ格納部(1)と、

光線追跡法により前記3次元物体から3次元映像を生成する光線追跡法処理部(2)と、

該3次元映像の生成時に設定される画面内の各画素毎に、該画素を通過する光線と交差する物体の前記識別データを保持する映像データ格納部(3)と、該識別データの中から隣合った画素同士の識別データを順次比較する比較部(4)と、該識別データが互いに異なる場合のみどちらか一方の画素に特定の絶度値を設定することにより前記物体間及び前記面間の境界線を抽出し、該境界

線からなる線画による投影図を作成する境界線抽出部(5)とからなることを特徴とする3次元物体の投影図作成方式。

3. 発明の詳細な説明

(概要)

システム内に構築された3次元物体の3面図や透視図等の線画による投影図を作成する、3次元物体の投影図作成方式に關し、

高品質の映像を生成可能な光線追跡法を利用し、3次元物体の投影図を高速かつ簡単に作成できるようにすることを目的とし、

システム内に構築された3次元物体に対し、各物体及び該物体を構成する面を識別するための識別データを予め与えておく3次元データ格納部と、光線追跡法により前記3次元物体から3次元映像を生成する光線追跡法処理部と、該3次元映像の生成時に設定される画面内の各画素毎に、該画素を通過する光線と交差する物体の前記識別データを保持する映像データ格納部と、該識別データの

中から融合った画素同士の識別データを順次比較する比較部と、該識別データが互いに異なる場合のみどちらか一方の画素に特定の輝度値を設定することにより前記物体間及び前記面間の境界線を抽出し、該境界線からなる線画による投影図を作成するように構成する。

〔産業上の利用分野〕

本発明は、システム内に構築された3次元物体の3面図や透視図等の線画による投影図を作成する、3次元物体の投影図作成方式に関する。

〔従来の技術〕

CAD/CAMの分野では、3面図や透視図等の線画による投影図の他に、陰影付けされた3次元表示の映像が非常に重要視されている。また、工業デザイン等の分野では、その3次元映像に対しより高品質な映像が要求されており、このようなシステムの出力映像に「光線追跡法（レイトレンジング）」を適用しようとする研究が進められ

ている。このような背景から、CAD/CAMとコンピュータグラフィックスが結合されつつある。

第8図に従来の光線追跡法の原理を示す。まず、仮想の画面Sを設定し、その中の或る画素Mを介して仮想の視点Eから3次元物体Aに向けて光線Rを発射する。次に、光線Rが3次元物体Aの中のどの物体と交差するかを判定し、その交差する物体の中から交点（可視点）を計算する。そして、この交点における物体の輝度値を上記画素Mに書き込む。以上の処理を画面S中の全ての画素に対して行うことにより、3次元物体Aの3次元映像を生成することができる。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところが、コンピュータグラフィックスの分野では、計算機内への3次元物体の構築はCAD/CAM等で基本となる3面図や透視図等の投影図からの入力方式が存在せず、特別なシステム（モデラー）から3次元物体を構築している。そのため、生成された3次元映像に対する投影図が存在

- 3 -

- 4 -

しない場合が多い。従って、映像化されたモデルに対して投影図を必要とする場合は、3次元映像からではなく、計算機内の3次元データから再構成しなければならず、基本物体が和、差、積等の論理演算により構築されているような場合には、非常に複雑な手続きや処理が必要となってしまう。

このように、従来においては、生成された3次元映像表示から、CAD/CAMや工業デザイン等にフィードバックするための、3面図や透視図等の線画による投影図を生成することは、極めて困難であった。また、本発明者等の開発による部分更新可能な光線追跡法を利用して3次元映像を生成する場合には、デザイナーが映像を見ながら、部分的に修正を繰り返して所望の映像を生成しているため、計算機内の3次元データが頻繁に変化し、その度に投影図を再構成することになってしまい、よってその複雑さは一段と増加することになった。

本発明は、高品質の映像を生成可能な光線追跡法を利用して3次元物体の投影図を高速かつ簡単

に作成できるようにすることを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

光線追跡法においては、画面上の画素から光線を射出し、その光線と物体との交差計算によって可視点を決定している。そして、交差する物体の輝度値を計算して画素の輝度値とし、また交差する物体が変わった時には、その変わった物体の輝度値を計算するようにしている。一方、3面図や透視図等の線画による投影図は、物体の境界線を構成することできることができる。物体の境界線は、光線追跡法による可視点の変化する部分に相当する。従って、光線追跡法処理での可視点の変化する部分のみを構成していくことで、投影図を作成することができる。

第1図は、本発明のシステム構成図である。

同図において、3次元データ格納部1には、計算機内に構築された3次元物体を表す3次元データが格納されている。この3次元物体に対し、各物体及びこれを構成する面を識別するための識別

- 5 -

- 6 -

データを預め与えておく。

次に、光線追跡法処理部2が、光線追跡法により上記3次元物体から3次元映像を生成して、これを映像データ格納部3に格納する。この際、光線追跡法処理部2は、上記3次元映像の生成時に設定した画面内の各画素毎に、この画素を通過する光線と交差する物体の上記識別データを3次元データ格納部1内から取り出し、これを上記3次元映像データと共に映像データ格納部3に格納する。

次に、比較部4が、上記映像データ格納部3内に格納されている識別データの中から、隣合った画素同士の識別データを順次比較していく。そして、境界線抽出部5が、比較部4の比較結果を見て、上記隣合った画素同士の識別データが互いに異なる場合にのみ、どちらか一方の画素に特定の輝度値を設定する。この処理を全画素について行うことにより、上記3次元物体における各物体間の境界線及び各物体内の各面間の境界線が抽出され、これらの境界線からなる線画による投影図が

得られる。

【作用】

本発明により3面図を作成するには、光線追跡法による映像生成の際、正面図、平面図、側面図の向きに設定することにより、線画による3面図を高速かつ簡単に得ることができる。

また、本発明により透視図を作成するには、任意方向の任意透視角度で光線追跡法による映像生成を行うことで、その線画による透視図をやはり高速かつ簡単に得ることができる。

また、部分更新を行いながら所望の映像を生成する光線追跡法を用いた場合にも、その更新毎に光線に保持している交差物体の識別データを同時に更新していくことで、どの時点においても問題なく投影図を作成することができる。

【実施例】

以下、図面を用いて本発明の実施例を詳細に説明する。

- 7 -

- 8 -

第2図は、本発明の一実施例に係る処理を概略的に示すフローチャートである。

同図においては、まず、システム内に3次元物体を構築する(処理a)。そのための物体のデータ構造は、物体のタイプ、物体の3次元位置、物体のサイズ、物体の色(赤、青、緑の比率)等からなっている。例えば球の場合、円柱の場合、直方体の場合を、それぞれ以下のように定義する。

「球の場合」

タイプ 1:

球の中心点の位置	(100.0, 50.0, 10.0)
球の半径	(9.0)
球の色	(20.0, 20.0, 50.0)

「円柱の場合」

タイプ 2:

円柱の中心線の位置	(200.0, 10.0, 50.0)
円柱の半径と高さ	(4.0, 40.0)
円柱の色	(20.0, 20.0, 50.0)

「直方体の場合」

タイプ 3:

直方体の中心点の位置	(30.0, 15.0, 130.0)
直方体の縦、横、高さ	(30.0, 40.0, 50.0)
直方体の色	(50.0, 10.0, 340)

次に、投影図を作成するにあたって、まずその前処理(処理b、c、d、e)を行う。最初に、上記のように定義された物体の全てに対し、物体同士を識別するための識別子を与えると共に、各物体を構成する面同士を識別するための識別子を与える(処理b)。例えば第3図に示すように、物体A₁、A₂、A₃、A₄に対してはそれぞれ識別子#1、#2、#3、#4を与える。物体の各面に対してはそれぞれ識別子①、②、③、④等を与える。

続いて、仮想の視点及び画面を設定する(処理c)。例えば正面図を作成しようとする場合は、視点及び画面を正面図の方向に設定し、また透視図を作成しようとする場合は、所望の透視方向及び透視角度が得られるように視点及び画面を設定する。その後、光線追跡法による映像の生成を行

- 9 -

- 10 -

う(処理d)。この処理を以下に具体的に示す。

まず、上記のようにして設定された視点から面上の要素に光線を発射する。この光線は直線の方程式で表され、視点座標を $S(x, y, z)$ 、光線の方向ベクトルを $V(x, y, z)$ とし、3次元空間内の或る座標点を $P(x, y, z)$ とすると、

$$\text{光線} : P = V * d + S$$

で与えられる。

そして、この光線がどの物体と交差するか、全ての物体と交差計算をする。具体的には、システム内の物体タイプを参照することで、どの処理を行うかが決まる。例えば、まず球と交差計算をする。この場合は、球の方程式と光線の方程式を解くことによって、交差するかどうかが知れる。球の方程式は、半径を r 、球の中心点を $C(x, y, z)$ とすると、

$$\text{球} : r^2 = (P - C)^2$$

であり、両式を解いて解が存在する場合、その時の P が交点となる。また、円柱に対しては円柱の

方程式と、直方体に対しては直方体を構成している平面6枚と交差計算を行う。

交差する物体がある場合は、その交点の輝度値を物体の色から計算する。もし、複数の物体と交差する場合は、最も手前の交点が可視点となるので、その交点で輝度値を計算する。このようにして得られた輝度値を画面内の要素に書き込む。このような処理を全ての要素に対して行うことにより、3次元の映像が生成できる。例えば、第3図に示した3次元物体の正面方向から得られる映像は、第4図のようになる。同図において、Sは画面であり、 $M_{A1}, M_{A2}, M_{A3}, \dots$ 等は要素を示している。

更に、以上の光線追跡法による映像生成の過程と並行して、以下に述べるように識別子リストの作成を行う(処理e)。

まず、予め、物体及びその面の識別子(第3図参照)を格納する領域(以下、識別子格納領域と称す)を設けておく。この領域は、画面内の要素の数だけ必要となる。そして、上記の光線追跡法

- 11 -

- 12 -

による映像生成過程において、各光線が交差した物体及びその面の識別子を、その光線の通過した要素に対応する識別子格納領域にセットする。この処理を画面内の全ての要素に対して行う。以後、このようにして保持された物体の識別子と面の識別子の組み合わせを「識別子リスト」と呼ぶ。例えば第4図に示した画面S内のA、B、C、Dの各領域におけるそれぞれ8つの要素 $M_{A1}, M_{A2}, M_{A3}; M_{B1}, M_{B2}, M_{B3}; M_{C1}, M_{C2}, M_{C3}; M_{D1}, M_{D2}, M_{D3}$ の識別子リストは、以下のようになる。

要素	識別子リスト
M_{A1}	[#1, ①]
M_{A2}	[#2, ①]
M_{A3}	[#2, ①]
M_{B1}	[#2, ①]
M_{B2}	[#3, ②]
M_{B3}	[#3, ②]
M_{C1}	[#4, ①]
M_{C2}	[#3, ②]
M_{C3}	[#3, ②]
M_{D1}	[#3, ②]
M_{D2}	[#3, ②]
M_{D3}	[—, —]

- 13 -

- 14 -

以上に示した前処理が済んだら、投影図作成処理(処理g～j)に移る。

まず、ある画素に対して、その画素に対応する識別子格納領域内の識別子リストと、その隣接する画素に対応する識別子格納領域の識別子リストとを比較する(処理g)。ここで、例えば上記の画素 M_{a1} と M_{a2} ; M_{a2} と M_{a3} ; M_{a3} と M_{c1} ; M_{a1} と M_{c2} 等のように互いに同じ識別子リストを持っている場合は、両光線とも同一物体の同一面と交差しており、そこには境界線が存在しないと言えるので、この場合は何も処理しない。一方、例えば上記の画素 M_{a1} と M_{a2} ; M_{a1} と M_{a3} ; M_{c1} と M_{c2} ; M_{a2} と M_{a3} 等のように互いに異なる識別子リストを持っている場合は、各光線がそれぞれ異なる物体と交差しているか、あるいは同一物体だが異なる面と交差しており、そこには物体同士あるいは同一物体内部の面同士の境界線が存在していると言えるので、この場合はどちらか一方の画素に特定の輝度値(特定の色)を書き込む(処理h)。

このような処理を全ての画素に対して行う(処

理i)ことにより、物体同士及び面同士の境界線が抽出されるので、これら境界線からなる線画による投影図を作成することができる(処理j)。

本実施例によれば、光線追跡法による映像生成の際、画面及び視点を正面図、平面図、側面図のそれぞれの向きに合わせて設定することにより、第5図に示すように、線画による3面図を高速かつ簡単に作成することができる。また、任意方向からの任意透視角度で光線追跡法による映像生成を行うことで、第6図に示すように、線画による透視図をやはり高速かつ簡単に作成することができる。

また、部分更新を行いながら所望の映像を生成する光線追跡法を用いた場合にも、その更新毎に識別リストを同時に更新していくことで、どの時点においても問題なく投影図を作成することができる。

〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明によれば、コンピ

- 15 -

ュータグラフィックスとCAD/CAM、工業デザイン等の分野の結合を考慮しているような応用において、コンピュータグラフィックスからCAD/CAM、工業デザインへのフィードバックであり、しかもこれら二分野に必要である3面図や透視図等の線画による投影図を、高品質な映像を生成可能な光線追跡法から高速かつ簡単に作成することができる。更に、会話的な映像の修正を行う場合においても、その修正を考慮した投影図を難無く作成することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明のシステム構成図、

第2図は本発明の一実施例に係る処理を概略的に示すフローチャート、

第3図は各物体に与えられた識別子の一例を示す図、

第4図は第3図に示した3次元物体の正面方向からの光線追跡法によって得られる映像を示す図、

第5図は本実施例による3面図の作成方法を示

- 16 -

す概略図、

第6図は本実施例による透視図の作成方法を示す概略図、

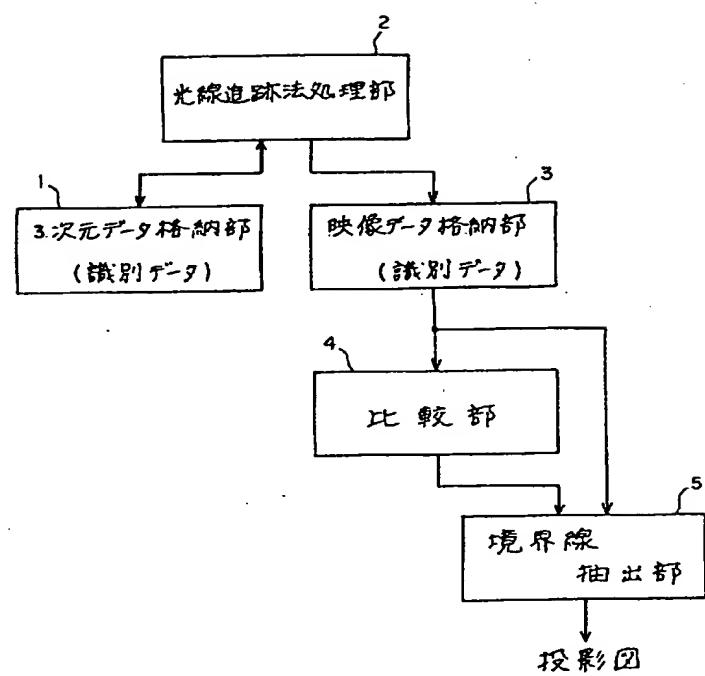
第7図は従来の光線追跡法の原理を示す図である。

- 1 . . . 3次元データ格納部、
- 2 . . . 光線追跡法処理部、
- 3 . . . 映像データ格納部、
- 4 . . . 比較部、
- 5 . . . 境界線抽出部。

特許出願人 富士通株式会社

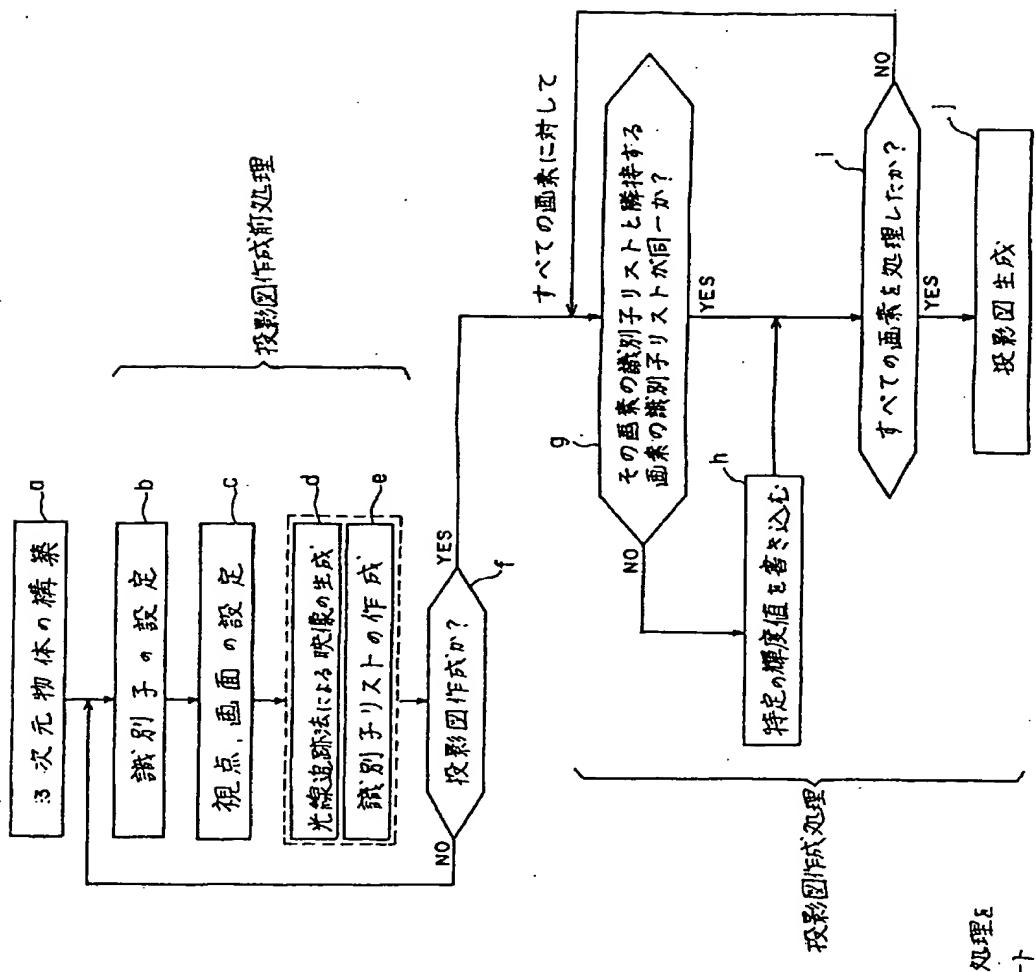
- 17 -

- 18 -



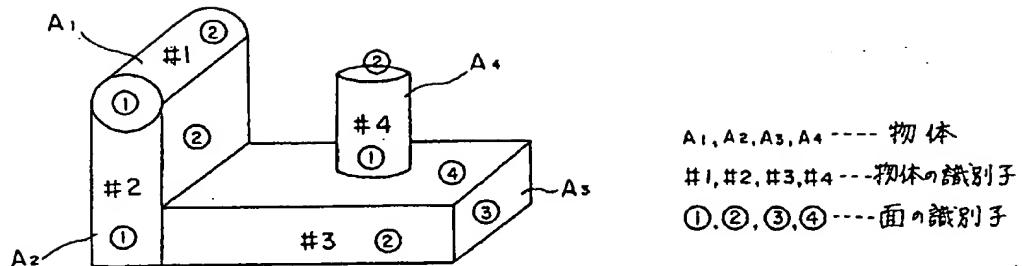
本発明のシステム構成図

第1図



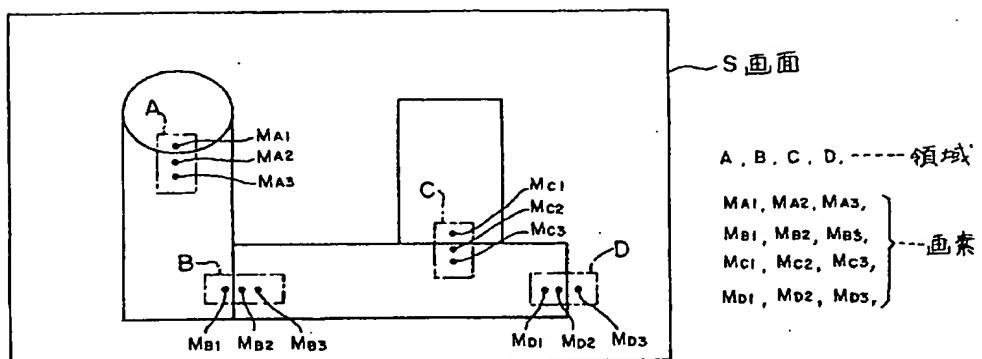
本発明の一実施例に係る処理
概略的に示すフローチャート

第2図



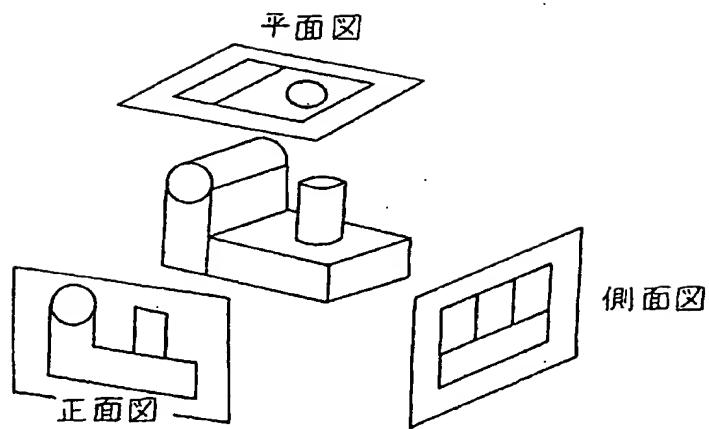
各物体に与えられた識別子の一例を示す図

第 3 図



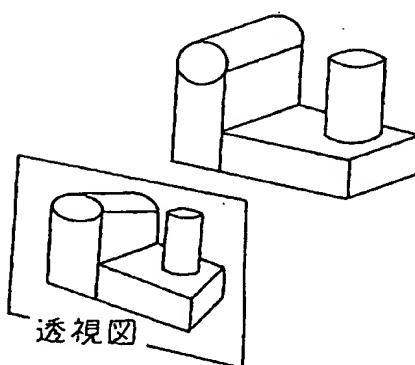
第 3 図に示した 3 次元物体の正面方向からの影像を示す図

第 4 図



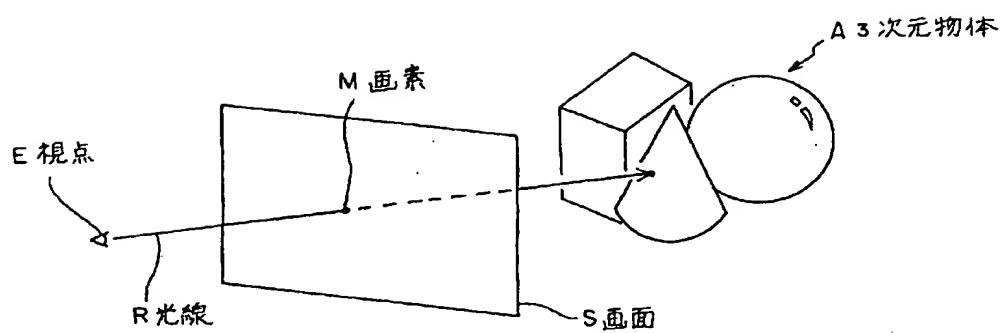
3面図の作成方法を示す概略図

第5図



透視図の作成方法を示す概略図

第6図



従来の光線追跡法の原理を示す図

第 7 図

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.